

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки 20.03.01 техносферная безопасность  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы	
<b>Разработка графического интерфейса для моделирования лесных пожаров</b>	

УДК 004.451.8: 630.43: 614.841.42/.49

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E2A	Толмачев Григорий Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов Валерий Афанасьевич	д. ф-м. н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н., профессор		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов ЧС
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий в сложных и неопределенных ситуациях
P5	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичное оборудование, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда в условиях ЧС, выполнять требования по защите окружающей среды.
<b><i>Универсальные компетенции</i></b>	
P6	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P8	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течении всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 техносферная безопасность  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Толмачев Григорий Александрович

Тема работы:

<b>Разработка графического интерфейса для моделирования лесных пожаров</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.04.2016 №2868/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.16
--	----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический</i></p>	<p>Запас лесных горючих материалов, влагосодержание, высота деревьев, скорость ветра.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Анализ работ ученых в области моделирования распространения лесных пожаров;                  2. Освоение программного обеспечения для создания моделей распространения контуров лесного верхового пожара;                  3. Создать интерфейс для удобного пользования программным обеспечением.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Королева Наталья Валентиновна, НИ ТПУ
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович НИ ТПУ

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.03.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Перминов Валерий Афанасьевич	д. ф-м. н.		12.03.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1E2A	Толмачев Григорий Александрович		12.03.2016

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 техносферная безопасность  
Уровень образования бакалавриат  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.04.16	Раздел «Объект и методы исследования», подбор литературы, проведение теоретических обоснований	
25.04.16	Раздел «Результаты проведенного исследования (разработки)». Создание интерфейса и разработка отображения графиков.	
20.05.16	Раздел «Социальная ответственность». Рассмотреть опасные и вредные производственные факторы, способы защиты работающего персонала	
25.05.16	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Произвести оценку коммерческого потенциала для предложенных программ.	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов Валерий Афанасьевич	д. ф-м. н.		12.03.2016

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		12.03.2016

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2А	Толмачев Григорий Александрович

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Офисная, сидячая работа представляет собой использование ЭВМ, с помощью которой будет производится сбор информации, ее обработка, проведение расчетов.</i>
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой равномерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	Воздействие на оператора физических факторов, таких как, повышенные уровни электромагнитного излучения; статического электричества и запыленности воздуха рабочей зоны; неравномерность распределения яркости в поле зрения; повышенная яркость светового изображения; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание. Электробезопасность. Статическое электричество, отсутствие заземления. Пожаровзрывобезопасность.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<i>Твердые бытовые отходы офисных помещений.</i>

<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><i>Возможны возгорания в следствии короткого замыкания из-за ошибки оператора и нарушения целостности электрических проводов.</i></p> <p><i>Наиболее типичным ЧС будет пожар.</i></p> <p><i>Превентивными мероприятиями являются установка заземлителей, наличие плана эвакуации на месте работы оператора.</i></p>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><i>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</i></p> <p><i>ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.</i></p> <p><i>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.</i></p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>01.03.2016</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	К. Т. Н.		12.03.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2А	Толмачев Григорий Александрович		12.03.2016

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Толмачёву Григорию Александровичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, нормативно-правовых документах.
Нормы и нормативы расходования ресурсов	
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD- анализ, конкурентоспособность.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.
3. Определенность ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования.

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. График проведения НИ
4. Материальные затраты
5. Расчет основной заработной платы
6. Отчисления во внебюджетные фонды
7. Бюджет НИ

Дата выдачи задания по линейному графику	
--	--

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			12.03.2016

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E2A	Толмачёв Григорий Александрович		12.03.2016



## Реферат

Выпускная квалификационная работа 89 с., 5 рис., 22 табл., 19 источников, 1 прил.

Ключевые слова: математические модели, природные пожары, распространение верхового лесного пожара, теплообмен с окружающей средой.

Объектом исследования являются лесные пожары.

Цель работы – Разработка графического интерфейса для моделирования лесных пожаров.

В процессе исследования проводилась теоретическая подготовка в исследовании лесных пожаров, анализ статей ученых в области моделирования распространения лесных пожаров, освоение программного обеспечения для создания моделей распространения контуров лесного верхового пожара. Так же был создан интерфейс для удобного пользования программным обеспечением.

В результате исследования процесс возникновения и развития верхового лесного пожара описан в рамках математической постановки, т.е. учитывается взаимное влияние приземного слоя атмосферы и процессов горения в лесном массиве. Изучено влияние метеоусловий и других факторов на скорость распространение верхового пожара. А также было создано программное обеспечение для расчета контуров распространения верховых лесных пожаров.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: применима к ЭВМ на операционных системах Windows.

Степень внедрения: программное обеспечение в области прогнозирования лесных пожаров.

Область применения: Программное обеспечение может использоваться для определения ущерба в результате неконтролируемого горения лесных горючих материалов в открытом пространстве на различных типах растительности.

Экономическая эффективность/значимость работы: в сравнении с другими программными обеспечениями данная программа является экономический выгодной.

В будущем планируется доработка программного обеспечения для более точного прогнозирования распространения верхового лесного пожара.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящей методике используются следующие термины с соответствующими определениями и обозначениями:

Лесными горючими материалами (ЛГМ) называются природные углеводородные топлива, к которым относятся тонкие веточки, хвоинки или листья в кронах деревьев и опавшие на землю, а также напочвенный покров (трава, кустарники, мох, лишайник), болотные растения и торф.

Лесным пожаром называется явление неуправляемого многостадийного горения в открытом пространстве на покрытой лесом площади, в рамках которого имеют место взаимосвязанные процессы конвективного и радиационного переноса энергии, нагревания, сушки и пиролиза лесных горючих материалов (ЛГМ), а также горение газообразных и догорание конденсированных продуктов пиролиза ЛГМ.

В любой момент времени можно выделить на территории, покрытой лесом, достаточно большой контрольный объем среды - зону пожара, внутри которой параметры состояния среды в результате физико-химических превращений, обусловленных лесным пожаром, отличаются от невозмущенных значений, определяемых погодными условиями и типом растительности.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Технические средства обучения — это устройства, помогающие учителю обеспечивать учащихся учебной информацией, управлять процессами запоминания, применения и понимания знаний, контролировать результаты обучения.

## **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

ТСО – технические средства обучения

ТБО – твердые бытовые отходы

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

ПК – персональный компьютер

ЛД – лампа дневного света

ЛДЦ – лампа дневного света с улучшенной цветопередачей

ЛХБ – лампа холодного белого цвета

ЛТБ – лампа теплого белого цвета

ЛБ – лампа белого цвета

ДРЛ – лампа дуговая ртутная люминесцентная

ПВЛ – светильник пылевлагозащищенный

ОУ – огнетушитель углекислотный

ОП – огнетушитель порошковый

## Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы ссылки на следующие официальные издания:

1. ГОСТ 8.310-78 ГСИ Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения.
2. ГОСТ 8.417 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
3. ГОСТ 7.9 – 95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.
4. ГОСТ 17.6.1.01-83 Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения. М.: Изд-во Стандартов, 1984.
5. ГОСТ 2.321-84 ЕСКД Обозначения буквенные.
6. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
7. ГОСТ 2.104 – 2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
8. ГОСТ 2.105 – 95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
9. ГОСТ 2.106 – 96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
10. ГОСТ 2.301 – 68 Единая система конструкторской документации. Форматы.

## Оглавление

### ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	14
1.Обзор литературы .....	17
1.1 классификация лесных пожаров по силе.....	20
1.2 причины возникновения лесных пожаров.....	21
1.3 последствия и профилактика лесных пожаров .....	22
2.Объект и методы исследования .....	27
3.Расчеты и аналитика .....	29
3.1 история развития языка программирования C sharp .....	29
3.2 основные возможности «C sharp». ....	30
3.3 структура программы на языке C sharp .....	31
3.4 область описания.....	32
3.5 преимущества языка программирования C sharp .....	33
4. Результаты проведенного исследования (разработки).....	34
5. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения».....	37
5.1 введение .....	37
5.1.2 оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	37
5.1.3 анализ конкурентных технических решений .....	38
5.1.4 технология QuaD .....	39
5.1.5 SWOT-анализ.....	41
5.2 планирование научно-исследовательских работ .....	43
5.2.1 структура работ в рамках научного исследования.....	43
5.2.2 определение трудоемкости выполнения работ.....	44
5.2.3 разработка графика проведения научного исследования .....	45
5.2.4 бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	49
5.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ .....	49
5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы .....	53

5.2.4.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	51
5.2.4.4	Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	51
5.2.4.5	Накладные расходы .....	52
5.2.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	52
5.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	53
5.4	Вывод .....	56
6.	Раздел «Социальная ответственность» .....	57
6.1	Введение.....	57
6.2	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	58
6.3	Техника безопасности.....	59
6.3.1	Правила техники безопасности .....	60
6.4	Электробезопасность. ....	61
6.5	Требования к организации и оборудованию рабочего места.....	63
6.6	Производственная санитария.....	64
6.6.1	Воздухообмен.....	65
6.6.2	Шум. ....	66
6.7	Расчет системы искусственного освещения.....	67
6.7.1	Выбор системы освещения .....	68
6.7.2	Выбор источников света .....	69
6.7.3	Выбор светильников и их размещение .....	69
6.7.4	Выбор нормируемой освещенности. ....	71
6.8	Пожарная безопасность .....	73
6.8.1	Действия при пожаре.....	74
6.9	Охрана окружающей среды .....	74
6.9.1	Экологическая безопасность .....	75
6.10	Чрезвычайные ситуации.....	77
	Заключение .....	79
	Список использованной литературы.....	80
	Приложение А .....	82

## Введение

Актуальность работы состоит в том, что проблемы математического моделирования процессов горения при лесных пожарах изучается уже много лет. Обзор результатов, полученных области математического моделирования содержится в работе (Гришин А. М. 1992). Большой вклад в изучение и решение этой проблемы внесли Н. П. Курбатский, Э. Н. Софронов, М. Е. Alexander А. М. Валендик, Г. Н. Коровин, R. Rothermel, М. А. Гришин и другие ученые. Более эффективному проведению и предсказанию противопожарных мероприятий может помочь разработка математических моделей распространения пожара. Однако, необходимость сбора обширного количества информации об условиях горения и противопожарных мероприятиях является ключевой проблемой. В недавнее время, учитывая создание и ввод в использование Информационной системы дистанционного мониторинга ИСДМ-Рослесхоз, основанной на использовании спутниковой информации о пожарной обстановке в лесах, сложились оптимальные условия для разработки систем прогнозирования и моделирования лесных пожаров на территории России. [1]

Следует отметить, что для решения задач моделирования крупных многодневных лесных пожаров требуются значительные вычислительные ресурсы и использование кластерных вычислительных систем, что является одним из способов решения данной проблемы.

К основному затруднению при использовании данной модели следует отнести:

1. Большого разнообразия исходных данных (по лесным массивам и метеоусловиям), начальных условий, описывающих данное явление.
2. Приближенный характер описания физико-химических процессов, протекающих в зоне лесного пожара (например, скоростей химических реакций).
3. Введение множества различных эмпирических постоянных для описания процессов тепломассопереноса в лесном массиве (процессов,

испарения, пиролиза и горения газообразных и конденсированных продуктов пиролиза и т.д.

В рамках единой математической модели лес при пожаре числился пористо-дисперсной реакционноспособной непрерывной средой, разнородной по структуре и составу. Как демонстрируют оценки, характерное отделение между деревьями во много раз меньше характерного объема обычного лесного массива, что и позволяет применять способы механики непрерывной среды для математического описания лесных пожаров. В процессе работы над математической моделью стало ясно, что нужна информация по механизму передачи энергии от фронта пожара к находящийся вокруг среде, по коэффициентам переноса, по кинетическим чертам химических реакций, к которым относится пиролиз лесных горючих материалов (ЛГМ) и реакции окисления газообразных и конденсированных горючих продуктов пиролиза. К параметрам, характеризующим структуру своеобразной сплошной среды, как лес можно отнести объемные доли фаз, аэродинамические свойства лесных массивов и другие характеристики, а также нужно было сформировать элементарную полуэмпирическую модель сушки ЛГМ. В связи с этим были проведены бесчисленные полунатурные и лабораторные экспериментальные изучения и изобретены методики решения обратных задач механики реагирующих сред, которые в главном приближении позволили найти отмеченные выше параметры и сформировать банк исходных данных, нужный для математического моделирования лесных пожаров. [2]

Сильное воздействие на приземный слой атмосферы, который, в свою очередь, воздействует на положение фронта пожара, считается еще одной индивидуальностью лесных пожаров. При решении определенных задач теории лесных пожаров, для учета данного взаимодействия, применялись так называемые сопряженные постановки задач, в рамках которых применяются друг с другом сразу несколько моделей механики непрерывной среды и поэтому получается более точно учитывать воздействие фронта пожара и приземного слоя атмосферы друг на друга. Для численного решения сопряженных задач

применялось созданные ранее, так называемые, особые методики численного счета, базирующиеся на методе Патанкара. [2]

Таким образом, цель моей работы — это создание удобного и эффективного интерфейса для расчета контуров распространения верховых лесных пожаров.

В ходе проделанной работы была проанализирована научная работа доктора физико-математических наук В. А. Перминова для подробного изучения математической модели и результатов численных расчётов возникновения верхового лесного пожара и последующего его распространения. Следующим этапом стало создание удобного графического интерфейса для эффективной работы программы расчета скорости распространения вершинного лесного пожара, проходящего (или не проходящего) через разрыв в лесном массиве, а также контура лесного пожара в различные моменты времени.

Объектом исследования является верховой лесной пожар. В свою очередь предметом исследования стала зависимость скорости распространения верховых лесных пожаров от таких факторов как ветер, температура, запас ЛГМ, влагосодержание, высота полога леса, а также графического отображения его контура.

Практическая новизна данной работы заключается в том, что мною была предпринята попытка разработать более простой и наглядный интерфейс программного обеспечения для построения фронтов пожара.



## 1. Обзор литературы

Стихийными бедствиями называют различные явления природы, которые вызывают внезапные нарушения нормальной жизнедеятельности населения, а также это разрушения и уничтожение материальных ценностей. Как правило, они оказывают отрицательное воздействие и на окружающую природу.

К стихийным бедствиям относятся: землетрясения, засухи, наводнения, снежные заносы, селевые потоки, извержения вулканов, оползни, бури, обвалы и ураганы. Безусловно, что к стихийным бедствиям можно отнести и пожары, особенно, если это лесные и торфяные пожары.

Результатом пожаров становится снижение защитных, водоохранных и других полезных свойств леса, так же уничтожаются сооружения, окружающая фауна, а в отдельных случаях и населенные пункты. Деревья, кустарники, заготовленная в лесу древесина всё это становится хорошим плацдармом для распространения пожаров. Кроме того, лесной пожар представляет серьезную опасность для людей и сельскохозяйственных животных.

Лесной пожар – это стихийное, неуправляемое распространение огня по лесным площадям. Причины возникновения пожаров в лесу принято делить на естественные и антропогенные. Наиболее распространенными естественными причинами больших лесных пожаров на Земле обычно являются молнии. Размеры пожаров делают возможным их визуальное наблюдение даже из космоса.

Очень важен возраст леса, так как в молодых лесах, где много зелени, возможность возгорания от молнии значительно ниже, чем в возрастных лесах, где много сухостоя и больных деревьев. Не смотря на проблему лесных пожаров, они являются фактором естественного обновления леса, сохраняя равновесие в природе. [3]

К сожалению, на сегодняшний день основной причиной возгораний на лесных территориях является не соблюдение людьми техники безопасности. Ведь доля естественных пожаров (от молний) всего около 7%-8%. Такая ситуация приводит к тому, что возникает острая необходимость работы

противопожарных служб, а также контроля за соблюдением пожарной техники безопасности.

Существует такое понятие как «искусственные пожары» или управляемые. Необходимость управляемых пожаров в том, чтобы уничтожить в лесу пожароопасные горючие материалы, отходы лесозаготовок, подготовить участки для посадки саженцев молодых деревьев, а также борьба с болезнями леса и вредными насекомыми. Иногда пожары вызывают искусственно с целью последующей его вырубki (к примеру, в приграничных с Китаем областях Дальневосточного региона России).

Огонь при лесных пожарах может распространяться по трём уровням. Если сгорают лишайники, травы, лесная подстилка, мхи, опавшие листья и ветки, то мы наблюдаем низовой пожар. При низовом пожаре скорость его движения по ветру составляет от 0,25 до 5 километров в час, высота пламени составляет до 2,5 метров, а температура горения около 700 °C и выше. Низовые пожары могут быть устойчивые и беглые:

- если в первую очередь сгорает подлесок, верхняя часть напочвенного покрова и подрост, пожар быстро распространяется, исключая места с большим коэффициентом влажности, благодаря чему часть площади остаётся не тронутой огнём, то мы наблюдаем беглый низовой пожар. Такой пожар характерен для весенних периодов, поскольку начинает просыхать только верхний покров леса.

- если пожар распространяется медленно, выжигая всё на своём пути, прогорает живой и мертвый напочвенный покров, полностью сгорают подрост и подлесок, сильно обгорают корни и кора деревьев, то данные признаки характеризуют устойчивый низовой пожар. Чаще всего устойчивые пожары возникают в середине лета.

Если низовой пожар не будет устранен, то из него может возникнуть верховой пожар, как следующая стадия его развития. Основные особенности верхового лесного пожара в том, что он охватывает полог леса, при этом низовой огонь является его составной частью. Верховой пожар чаще всего

возникает летом, поскольку наступает время засухи в сочетании с сильными ветрами. При таком пожаре скорость распространения составляет от 5 до 30 километров в час, температура в очаге пожара от 900°C до 1200°C, свойственна яйцевидно-вытянутая область распространения. Если лес охватил верховой пожар, то деревья погибают полностью.

Верховые пожары, как и низовые, могут быть беглыми (ураганными) и устойчивыми (повальными):

- если при пожаре наблюдается скачкообразное движение беглого верхового пожара, связанное с подогревом полога теплотой, распространение горения по пологу опережает продвижение кромки низового пожара, пожар очень быстро распространяется, и возник он в условиях сильного ветра, то это беглый (ураганный) пожар. Характерная скорость распространения от 7 до 30 километров в час, в период скачка горение распространяется по пологу со скоростью 3-5 метров в секунду, пламя способно за 15-20 секунд пройти расстояние в 80 метров;

- если огонь движется сплошной стеной от надпочвенного покрова до крон деревьев, при этом кроны деревьев сгорают по мере продвижения кромки низового пожара, но пожар самостоятельно не распространяется по пологу, то мы наблюдаем повальный верховой пожар. Характерная скорость распространения до 8 километров в час. Повальный верховой пожар губит лес полностью.

Сейчас на территории России чаще наблюдается распространение верховых пожаров. Такие пожары образуют большие массы искр из горящей хвои и ветвей, которые создают низовые пожары на несколько десятков и сотен метров от основного очага пожара.

Пожары, связанные с возгоранием торфа и имеющие свойство распространяться со скоростью 1 километр в сутки называются подземными или почвенными пожарами. Они могут быть малозаметны и распространяться на глубине до нескольких метров, в связи с этим они плохо поддаются тушению и представляют особую опасность поскольку торфяники могут гореть без воздуха

и даже при высокой влажности. Перед тушением почвенных пожаров необходима разведка. [3]

### **1.1 Классификация лесных пожаров по силе**

Лесные пожары делятся на почвенные, верховые и низовые, в свою очередь по скорости распространения огня низовые и верховые пожары могут быть беглые и устойчивые. Согласно анализу, скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 метров в минуту, а высота слабого низового пожара доходит до 0,5 метров. Средний низовой пожар может распространяться со скоростью от 1 метра в минуту до 3 метров и его высота не менее 1,5 метров. Сильный низовой пожар распространяется свыше 3 метров в минуту, с высотой более 1,5 метров.

Скорость распространения верховых пожаров превышает показатели низовых. Согласно данным, слабый верховой пожар может распространяться до 3 метров в минуту, средний до 100 метров в минуту, а сильный может достигать свыше 100 метров в минуту.

Почвенные пожары выгорают в глубину. Следовательно, слабые почвенные пожары характеризуются прогоранием, не превышающим 25 сантиметров в глубину, средние 25-50 сантиметров, а сильные более 50 сантиметров.

Оценивая лесные пожары по площади загоранием считается, когда огнём охвачено 0,1-2 гектара, малый огонь – от 2 до 20 гектар, средний - от 20 до 200 гектар, крупный – от 200 до 2.000 гектар и катастрофическим считается пожар, превышающий более 2.000 гектар.

В среднем продолжительность крупных лесных пожаров составляет 10-15 суток, за это время выгорает площадь в 450-500 гектар. [4]

## **1.2 Причины возникновения лесных пожаров**

Самовозгорания торфяной крошки, деятельность человека, грозовые разряды и сельскохозяйственные палы при жаркой погоде могут стать причинами возникновения лесных пожаров.

Лесные и сельскохозяйственные рабочие, пастухи, охотники, рыболовы, сборщики ягод и грибов часто разводят в лесу костры и, оставляя их непотушенными, уходят, бросают непогашенные спички и окурки, в результате чего возникают лесные пожары; наконец, в редких случаях имеют место умышленные поджоги леса и пожары, возникшие от молний.

Пожарная опасность лесных насаждений определяется такими факторами: 1) способностью насаждений гореть (служить местом и материалом для возникновения лесных пожаров); 2) наличием источников огня (огнеопасных производств в лесу); большой посещаемостью леса охотниками, пастухами, отдыхающими, сборщиками грибов и ягод и лекарственных растений; наличием железных дорог в лесу; 3) условиями тушения лесных пожаров (отдаленностью участков от населенных пунктов и других источников рабочей силы и средств пожаротушения).

Наибольшей горимости подвержены хвойные насаждения — сосновые, еловые, пихтовые, кедровые и лиственничные с хвойным подростом и подлеском, с почвенным покровом из лишайников, мхов, вереска, подсохших травянистых растений и при наличии лесного хлама. Меньшей горимостью отмечаются лиственные леса — дубравы на свежих и влажных почвах, березняки, ольшаники. Горимость лесов зависит также от времени года и метеорологических условий. Весной до появления зеленой растительности и осенью после ее высыхания наблюдаются более частые массовые лесные пожары. Летом большое значение в отношении возникновения лесных пожаров (повышение пожарной опасности), имеет продолжительность бездождного периода: чем больше прошло дней после дождя, тем выше риск возникновения пожара и наоборот.

Горимость лесов зависит также от температуры и сухости воздуха (дефицита влажности): чем выше температура и сухость воздуха, тем ниже пожарная безопасность и наоборот. Наибольшая горимость леса наблюдается в середине и начале второй половины дня с 12 до 15 часов; к вечеру риск снижается. [4]

### **1.3 Последствия и профилактика лесных пожаров**

Последствия лесных пожаров зачастую сказываются губительно для окружающей среды. В следствии пожара в лесу могут распространяться дереворазрушающие грибки, вредные насекомые, ухудшится почвенные условия. Поскольку при тушении лесных пожаров используются фторсодержащие поверхностно-активные вещества (ПАВ), то это может привести к разрушению озонового слоя Земли и вызвать необратимые генные изменения у животных. Так же от лесных пожаров гибнут многие животные, а те, что успевают спастись уходят на другие территории в поисках пропитания.

Вследствие пожаров в атмосферу выбрасывается от 80 до 100 тонн дымовых частиц, в 10 тоннах таких газов могут содержаться окись серы, азота и углевода.

Бушующие в России лесные пожары не только разрушают строения, губят животных и людей, но и уничтожают ценные деревья, уничтожают экосистему. Более 110 природных пожаров зафиксировано в мае 2016 года в восьми регионах России. «На территории Российской Федерации, по данным Рослесхоза, в восьми субъектах РФ действует 116 очагов природных пожаров. Наибольшее количество очагов и площадей пожаров зафиксировано в Амурской области, Бурятии и Забайкальском крае. Органы управления и силы МЧС России в этих регионах функционируют в режиме «чрезвычайная ситуация», — сообщил начальник Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС Виктор Яцуценко в ходе телемоста с президентом РФ В. В. Путиным.

Он рассказал, что спасатели при поддержке авиации за одни только сутки отстояли от пожаров более 70 населенных пунктов. При этом в текущем году от

природных пожаров пострадали четыре населенных пункта. «С начала пожароопасного периода имели место случаи перехода пожаров на жилые дома в четырех населенных пунктах в трех субъектах РФ», — уточнил он.

Руководитель программы по особо охраняемым природным территориям Гринпис Михаил Крейндлин, отвечая на вопрос о сроках восстановления лесов, пострадавших от верховых пожаров, во время которых горит не только лесная подстилка – трава и хвоя, но деревья целиком сказал: «Если не принимать дополнительных мер, в любом случае, на восстановление уйдут сотни тысяч лет».

Координатор проектов по лесной политике Всемирного фонда дикой природы России Николай Шматков отмечает, что: «Если лес пройден верховым пожаром, то в первые годы после пожара там будет лишь пустыня».

Экологи считают, что самыми уязвимыми являются лиственные породы деревьев такие, как ясень, дуб и липа, а также еловые леса, поскольку после пожара ель не восстанавливается. С наименьшими потерями проходит пожар в сосновом лесу, так как сосна менее других деревьев подвержена выгоранию и способна выдержать низовые пожары. Легче пожары переносят крупные деревья, у них обгорает кора, но поскольку у мелких деревьев кора не такая толстая, то они сгорят в первую очередь. При такой тенденции лес будет стареть.

Для снижения пожароопасной ситуации в лесах необходимо предпринять меры по предупреждению и распространению лесных пожаров и проводить ряд лесоводческих мероприятий. В качестве профилактики рекомендуется проводить санитарные рубки, очистка мест рубок леса, создание систем противопожарных барьеров и строительству специальных противопожарных объектов.

Для уменьшения опасности возгорания в лесу необходимо отчистить его от сухостоя и валежника, проложить около трёх минерализованных полос с расстоянием 50 - 60 метров между ними, устранить подлесок, и периодически выжигать надпочвенный покров.

Очень важно разработать мероприятия по эффективному тушению крупных пожаров. Данную работу можно разделить на несколько этапов такие как: разведка пожара, или уточнение границ пожара с выявлением вида и силы горения в разное время суток; локализация пожара, т.е. устранение возможностей нового распространения пожара; ликвидация пожара, т.е. дотушивание очагов горения; наблюдение за местом пожара.

По результатам разведки прогнозируют возможное положение кромки пожара, ее характер, силу горения и требуемое время для полного тушения пожара. На основе прогноза развития пожара и с учетом лесопатологической характеристики участков, окружающих пожар, возможных опорных линий (рек, ручьев, лощин, дорог и пр.) составляется план остановки пожара, определяются приемы и способы остановки пожара.

Вторым этапом является локализация пожара. На этом этапе важно остановить распространение пожара, воздействуя на его горящую кромку, а после провести прокладку заградительных полос и канав. Важно предотвратить возобновление и распространение лесного пожара.

Поскольку лесные пожары опасны не только для растительности и животных, а также для людей необходимо владеть основными методами защиты населения. Очень важно исключить пребывание людей в зоне пожара, для этого проводится эвакуация из населённых пунктов, ограничивается въезд в пожароопасные районы и проводится экстренное спасение людей и сельскохозяйственных животных с территорий охваченных огнём. Далее осуществляется тушение пожаров с соблюдением техники безопасности.

При организации работ в зоне пожара все участники его ликвидации должны быть обеспечены специальной одеждой, касками, противодымными масками или противогазами со специальными патронами для защиты от окиси углерода. В каждой группе должен быть проводник, хорошо знающий местность; наблюдатель, следящий за направлением распространения огня, падающими деревьями и осуществляющий связь со штабом пожаротушения по средствам связи. Участники работ по тушению лесного пожара должны знать возможные



укрытия от огня, пути подхода к ним и пути эвакуации из зоны пожара, а также характерные ориентиры на местности.

Важно соблюдать особые меры безопасности при использовании техники для тушения пожаров, чтобы исключить опасность возгорания этой техники. Необходимо исключить нахождение машин между линией отжига и фронтом пожара. Следует оставлять патрульных для ликвидации возможных очагов образующегося огня в тылу отжига. Допускать к работе со специальными аппаратами и техникой можно только специально подготовленных людей, а при проведении взрывных работ следует соблюдать специальные правила безопасности.

В случаях если пожар тушится водой, нельзя направлять ее на электроустановки и линии электропередач. Если есть необходимость пройти через зону горения следует задержать дыхание, чтобы не получить ожог дыхательных путей.

Запрещается устраивать ночлег в зоне действующего пожара. При устройстве мест для ночлега и отдыха для людей, участвующих в тушении пожара нужно принимать соответствующие меры предосторожности на случай внезапного прорыва или изменения направления движения огня.

В лесу запрещается пользоваться открытым огнём (бросать горящие спички, окурки и вытряхивать из курительных трубок горячую золу), использовать при охоте пыжи из легковоспламеняющихся или тлеющих материалов, оставлять (кроме специально отведенных мест) промасленный или пропитанный бензином, керосином и иными горючими веществами обтирочный материал, заправлять горючими материалами топливные баки работающих двигателей внутреннего сгорания, использовать машины с неисправной системой, а также курить или пользоваться открытым огнем вблизи машин, заправляемых горючим. Не рекомендуется оставлять на освещенной солнцем лесной поляне бутылки или осколки стекла, так как, фокусируя лучи, они способны сработать как зажигательные линзы. В целях предупреждения пожаров в пожароопасный период в лесу запрещено выжигать траву под деревьями, на

лесных полянах, прогалинах и лугах, а также стерню на полях, расположенных в лесу, а также разводить костры в хвойных молодняках, на торфяниках, лесосеках с порубочными остатками и заготовленной древесиной, в местах с подсохшей травой, под кронами деревьев. [4]

## 2. Объект и методы исследования

За основу данного дипломного проекта была взята программа для расчета скорости распространения верхового лесного пожара разработанная профессором кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, доктором физика–математических наук В. А. Перминовым. Программа предназначена для расчета скорости распространения верхового лесного пожара, а также контура лесного пожара распределений температуры в различные моменты времени.

Программа написана на языке программирования “Fortran”. Программное обеспечение состоит из расчетного модуля “spread.exe”, файла для входных данных “Dd1.dat” и файлов, которые появляются после выполнения программы: результатов расчетов “results.dat”, и файлов распределения температуры, концентраций кислорода и горючих продуктов пиролиза (СО и др.): “t.dat”, “c1.dat”, “c2.dat”.

“x1.dat”, “x2.dat” - массивы значений координат по направлению ветра и перпендикулярно (т.е. оси координат X1 и X2), а также вспомогательных файлов с данными для построения изотерм и линий равных уровней для кислорода и СО: “levt.dat”, “levc1.dat” и “levc2.dat” (значения линий уровней для безразмерных (относительных значений): температуры  $T=T/T_e$ ,  $T_e=300K$ ; концентрации кислорода  $C1=C1/C1e$ ,  $C1=0.23$ ; концентрации горючих продуктов пиролиза  $C2=C2/C1$  соответственно)

Перед расчетом папку “spread” копируют на диск С. Входные данные задаются в файле “Dd1.dat” с помощью текстового редактора с 11 по 21 позицию. Начало очага зажигания расположено:  $X1=5m$ . Размер очага 5м по оси X2. Всего точек в расчетной области 201x101

Область разрыва в лесном массиве (отсутствуют лесные горючие материалы (ЛГМ)) задается номерами точек по осям

X1 (IA-начальная и IB - конечная; по направлению ветра) и X2(JA - начальная и JB - конечная; в перпендикулярном направлении). После зажигания ЛГМ полог леса очаг отключается.

После сохранения и закрытия файла “Dd1.dat” запускается файл “spread.exe”. Время счета порядка 15-30 минут, в зависимости от производительности компьютера. Расчет можно остановить нажатием любой клавиши.

После окончания расчета в папке появляются файлы “t.dat”, “c1.dat”, “c2.dat” и “x1.dat”, “x2.dat”, которые можно использовать для визуализации результатов. Информацию по результатам расчетов также можно посмотреть в файле “results.dat”.

Нам необходимо создать независимую программу визуализации распространения пожара, чтоб она обладала удобным и эффективным интерфейсом, а также не требовала установки дополнительного программного обеспечения. Для реализации поставленной цели была создана программа на языке программирования C sharp.

Получившийся интерфейс является независимой программой под названием “Final.exe”, которая не требует установки дополнительного программного обеспечения и способна производить расчёты и построение графиков сразу же после введения необходимых данных.

### **3. Расчеты и аналитика**

После обработки данных, полученных в результате анализа литературы и детального изучения программы для расчета скорости распространения вершинного лесного пожара, проходящего (или не проходящего) через разрыв в лесном массиве, а также контура лесного пожара (распределений температуры и концентраций компонентов газовой фазы в различные моменты времени) мы пришли к выводу, что для создания интерфейса оптимальным вариантом будет использование языка программирования «C sharp».

В данной главе хотелось бы обратить внимание на вопросы, касающиеся истории формирования, понятийному аппарату, способностям синтаксиса и отличительным чертам реализации языка программирования «C sharp» в сопоставлении с иными объектно-направленными языками программирования.

#### **3.1 История развития языка программирования C sharp**

В первую очередь следует проанализировать историю формирования языка программирования «C», затем преступить непосредственно к изучению конструктивных отличительных черт.

Исторические истоки появления главной ветки языков программирования, которая привела к возникновению «C sharp», ведут к шестидесятым годам. Язык «B» является стандартным представителем ранних императивных языков программирования. Язык «B» был изобретен в 1963 г. креативным коллективом, ключевым создателем языка общепринято считать К. Томпсона из Научно-технического университета Массачусетса. Главной целью разработки языка была создание операционной системы UNIX. Ранее действующий язык PL/1, был довольно массивным и меньше подходил для установленной цели, чем новейшее, уникальное решение научных работников.

Дальнейшим шагом в «алфавите» языков программирования, ведущем к языку «C sharp», стал язык «C», который был придуман в 1972 г. Создателями новейшего языка программирования стали ранее знаменитые нам Д. Ритчи и Кен Томпсон, которые трудились в экспериментальной лаборатории фирмы AT&T.

Спустя десять лет, в 1984 году, выступил Б. Страуструп с проектом языка «C++», обозначение новейшего языка предложил Р. Маскитти, представляющий ту же компанию. «C++» это расширения языка «C», в котором появляется понятие класса как объекта данных.

Компания Microsoft в 2000 году, выпускает в мир «C++» последнего поколения под именем «C sharp». Язык базируется на серьезной компонентной архитектуре и осуществляет прогрессивные механизмы обеспечения защищенности программного кода. [5]

### **3.2 Основные возможности «C sharp».**

Как ранее отмечалось, язык программирования «C sharp» базируется на серьезной компонентной архитектуре и осуществляет прогрессивные механизмы обеспечения защищенности программного кода.

Перечислим более свойственные особенности подобия языков программирования «C sharp» и Java. В первую очередь, тот и другой язык принадлежат к группе объектно-направленных и подразумевают единственность наследования. Обработка редких ситуаций и механизмы интерфейса, считаются другой значительной характерной чертой, которая роднит языки программирования Java и «C sharp». В данных двух языках схожим способом реализованы пространство имен и сборка мусора. При выполнении программы, два языка программирования характеризуются динамической загрузкой и мощной типизацией.

От своего непосредственного предка, языка программирования «C++», языком «C sharp» унаследованы соответствующие механизмы: операторы, опасные арифметические действия с плавающей точкой, а кроме того несколько иных специфик синтаксиса.

Не взирая на то что, язык программирования «C sharp» наследовал от прародителей характерные черты реализации и полный ряд конструктивных синтаксических элементов, возможностей у него гораздо больше. К количеству принципиально значимых решений, которые выполнены компанией Microsoft в

языке программирования «C sharp», можно отнести:

- делегаты;
- индексаторы;
- атрибуты;
- перегруженные операторы;
- компонентно-направленный подход к программированию;
- обработка событий;
- унифицированная концепция типизации;
- свойства ровно как способ инкапсуляции сведений;
- оператор foreach (обрабатывание абсолютно всех компонентов классов-коллекций);
- прямоугольные массивы (пакет компонентов с доступом согласно номеру индекса и одним и тем же числом столбцов и строк).
- механизмы boxing и unboxing с целью преобразования типов; [5]

### 3.3 Структура программы на языке C sharp

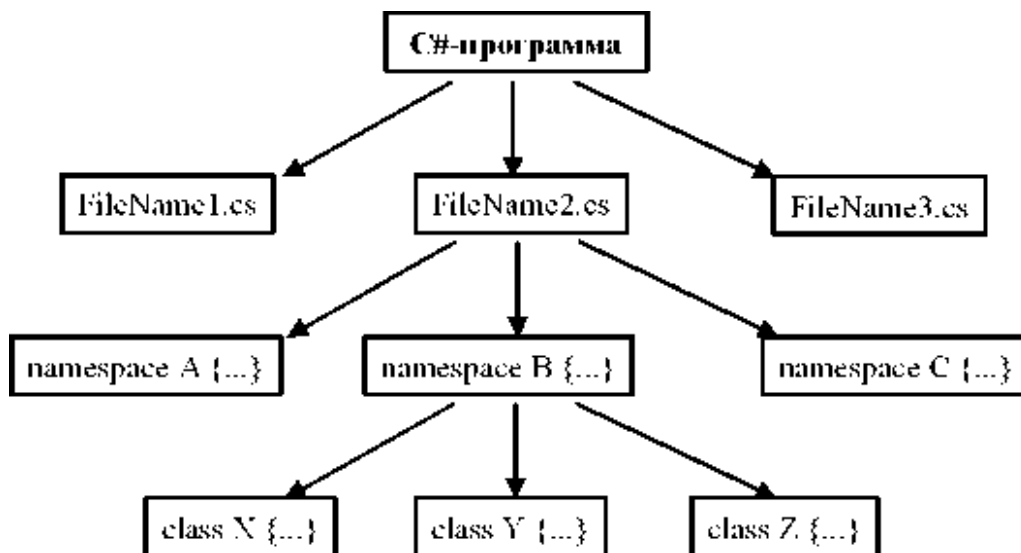


Рисунок 1 – Структура программы на языке C sharp

Рассмотрим обобщенную структуру программы на языке «C sharp».

Проект в «C sharp» способен состоять как из одного, так и из многих файлов, включающих исходный текст на языке программирования «C sharp».

Любой такого рода документ обладает расширением «CS» (Filename1.cs, Filename2.cs, Filename3.cs). Тот или иной документ с начальным текстом на языке программирования «C sharp» способен как включать места имен, так и не иметь их вовсе.

В конечном итоге, любое место имен может как иметь описание (1-го или пары) классов, так и не иметь их. [6]

### **3.4 Область описания**

Мы ознакомились с одним из ключевых типов объектов языка программирования «C sharp», непосредственно со структурами. В языке программирования переменные могут иметь описание либо локально в теле функции (данное представление распространяется в полном объеме на текст функции), или глобально (данное представление распространяется в полном объеме на текст программы).

В языке программирования «C sharp», где объекты обладают значительно более сложную структуру, вводится понятие зоны описания, под которой подразумевают отрывок программы, к которому относится это описание.

Объекты языка «C sharp» описываются:

- в классе, интерфейсе, структуре (поля, методы, свойства, события, индексы и т.д.);
- в блоке (локальные переменные).
- в пространстве имен (структуры, делегаты, интерфейсы, перечисления, классы);
- в перечислении (перечисляемые константы);

При этом принимаются следующие контекстные соглашения:

1. последовательность описаний считается произвольной;
2. недопустимо двукратное описание в границах этой области описания.

Редкий случай составляют локальные переменные, которые следует описать до 1-го применения.

Помимо этого, берутся следующие соглашения об областях видимости.



1. область видимости возможно поменять с помощью модификаторов (private, protected).
  2. любой идентификатор замечен только из собственной области описания.
- [6]

### **3.5 Преимущества языка программирования C sharp**

Проанализировав главные характерные черты языка программирования «C sharp», а кроме того рассмотрев структуру и правила построения программ на данном языке, хотелось бы сосредоточить внимания на особо видные достоинства выбранного языка программирования.

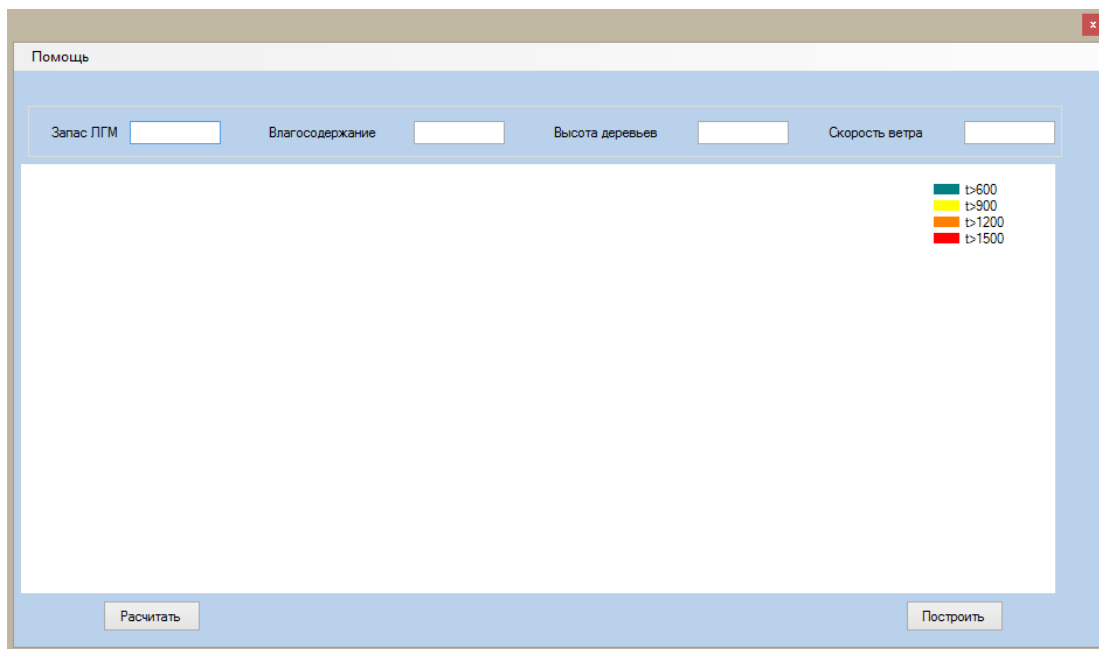
В первую очередь, язык программирования «C sharp» претендует на настоящую объектную направленность. Помимо этого, язык программирования «C sharp» призван практически осуществить компонентноориентированный подход к программированию, который содействует наименьшей зависимости программного кода, переносимости и легкости вторичного применения (частей) программ, большей гибкости.

Значимым различием считается начальная направленность на защищённость кода (это особенно ощутимо в сопоставлении с языками «C» и «C++»). Унифицированная, предельно схожа согласно масштабу и гибкости к Common Type System, разработанной в Microsoft .NET, концепция типизации считается существенным превосходством языка «C sharp».

Программирование «C sharp» полезно отличается от большого ряда иных языков, расширенной помощью событийно-ориентированного программирования. Соединение наилучших мыслей нынешних языков программирования (Java, C++, Visual Basic и др.) делает язык «C sharp» не просто суммой их плюсов, а языком программирования последнего поколения. [7]

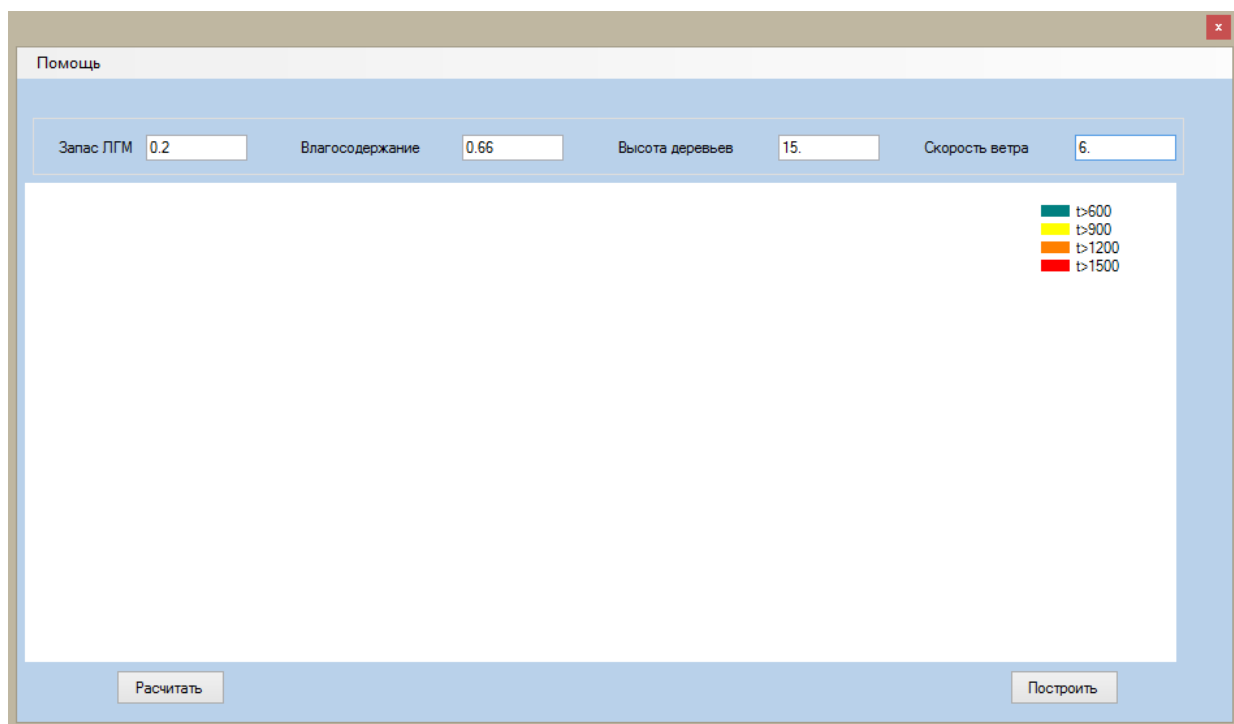
#### 4. Результаты проведенного исследования (разработки)

В результате проделанной работы по созданию интерфейса для расчета контуров распространения верховых лесных пожаров мы получили удобную и простую в использовании программу.



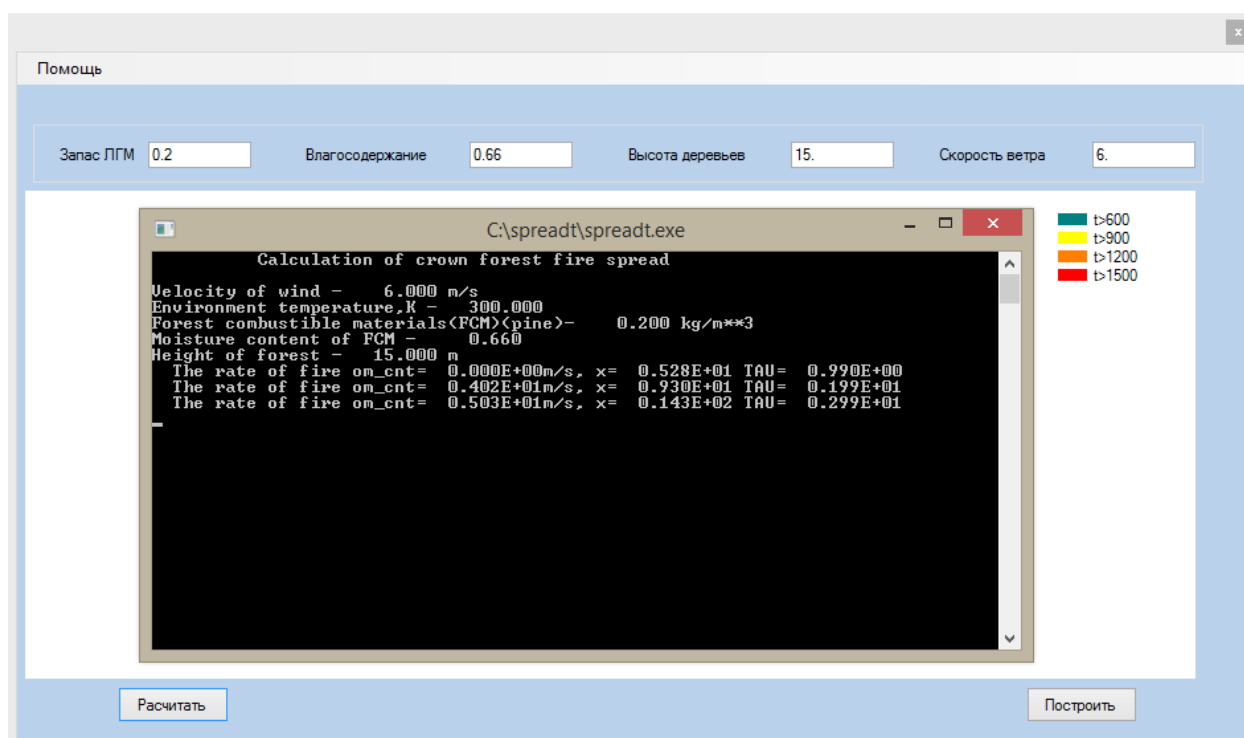
**Рисунок 2 – Начальное окно программы**

При запуске файла программы под названием Final.exe на экране появляется простое в использовании и органичное окно. В данном окне находится четыре поля для ввода данных, таких как «Запас ЛГМ», «Влагосодержание», «Высота деревьев» и «Скорость ветра». Есть поле для построения изотерм, две кнопки «Расчитать» и «Построить». Так же есть меню помощи для пользователей, которые столкнулись с программой впервые.



**Рисунок 3 – вводим данные**

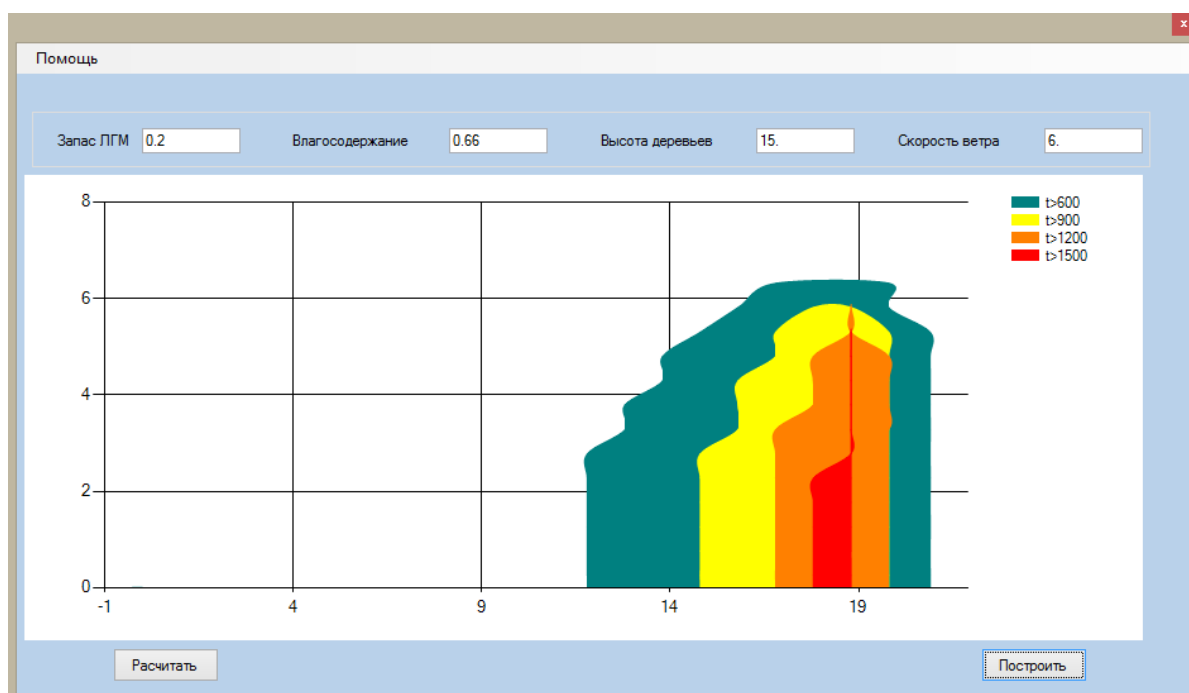
Для успешной работы нам необходимо ввести данные в поля для заполнения, после чего нажать кнопку «Расчитать».



**Рисунок 4 – расчет программы**

После нажатия кнопки программа обрабатывает введённую информацию и выполняет расчеты по заданному алгоритму. В среднем расчеты выполняются

25-30 минут. После завершения расчётов, для получения конечного результата необходимо нажать на кнопку «Построить».



**Рисунок 5 – результат расчёсов в графическом виде**

В области построения графика будет изображены диапазоны определенных температур верхового лесного пожара.

## **5. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»**

### **5.1 Введение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работе по теме: «Разработка графического интерфейса для моделирования лесных пожаров» производился анализ работ различных ученых в области математического моделирования, выбирался язык программирования для построения графического интерфейса и непосредственно само создание интерфейса для моделирования лесных пожаров.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представляет собой проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Данный раздел направлен на закрепление и углубление теоретических знаний и практических навыков в области экономики, организации и управления производством.

Целью раздела является анализ ресурсоэффективности программного обеспечения. Основные задачи заключаются в оценке перспективности использования программы и определения её экономической эффективности.

#### **5.1.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Сегментирование рынка услуг по разработке программы осуществляется по следующим критериям: размер компании и вид исполнения.

Таблица 1 – Сегментирование рынка услуг

		Программа		
		Final	ArcMap	Phoenix
Размер компаний	Крупная			
	Средняя			
	Мелкая			

Основным сегментом данного рынка является создание программы. Применение программ для моделирования лесных пожаров основано на экономической целесообразности и достаточной эффективности. Благодаря глобальной проблемы пожаров в лесах и создание методов контроля за пожарным состоянием лесов, данная разработка может занять устойчивое место на рынке. Работа программы “Final” не предполагает установку дополнительного оборудования, следовательно, обойдется намного дешевле, чем установка датчиков в лесной местности или использование еще какого-либо оборудования, за которым нужен постоянный контроль и технический осмотр.

### 5.1.3 Анализ конкурентных технических решений

В таблице 2 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	4	1	0,45	0,36	0,09
2. Энергоэкономичность	0,07	4	2	4	0,28	0,14	0,28
3. Надежность	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
4. Безопасность	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
5. Потребность в ресурсах памяти	0,06	5	2	4	0,3	0,12	0,24
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,3
7. Простота эксплуатации	0,08	5	4	2	0,4	0,32	0,16
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
3. Цена	0,05	5	2	3	0,25	0,1	0,15
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
5. Послепродажное обслуживание	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
6. Финансирование научной разработки	0,04	1	5	3	0,04	0,2	0,12
7. Наличие сертификации разработки	0,03	2	5	5	0,06	0,15	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>4,48</b>	<b>3,73</b>	<b>3,53</b>

Вывод: таким образом на основании конкурентных технических решений, показатель конкурентоспособности равен 4.48, это говорит о том, что позиция разработки находится на сильном уровне. [8].

### 5.1.4 Технология QuaD

Технология *QuaD* (Q<sup>U</sup>ality A<sup>D</sup>visor) – гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	100	100	1	0,09
2. Энергоэффективность	0,07	70	100	0,7	0,49
3. Надежность	0,08	60	100	0,6	0,48
4. Безопасность	0,09	100	100	1	0,09
5. Потребность в ресурсах памяти	0,06	70	100	0,7	0,42
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	60	100	0,6	0,36
7. Простота эксплуатации	0,08	80	100	0,8	0,64
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	70	100	0,7	0,56
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
9. Конкурентоспособность продукта	0,05	30	100	0,3	0,15
10. Уровень проникновения на рынок	0,07	20	100	0,2	0,14
11. Цена	0,05	70	100	0,7	0,35
12. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	80	100	0,8	0,64
13. Послепродажное обслуживание	0,07	80	100	0,8	0,66
14. Финансирование научной разработки	0,04	20	100	0,2	0,08
15. Наличие сертификации разработки	0,03	30	100	0,3	0,09
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,687</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$



где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

$$P_{cp} = 0,09*100+0,07*70+0,08*60+0,09*100+0,06*70+0,06*60+0,08*80+0,08*70+0,05*30+0,07*20+0,05*70+0,08*80+0,07*80+0,04*20+0,03*30 = 68,7$$

Полученное значение  $P_{cp} = 68.7$  говорит о том, что перспективность разработки проведенного исследования является выше средней. [8]

### 5.1.5 SWOT-анализ

*SWOT* – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Удобства в использовании. С5. Актуальность проекта	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Невозможность точного расчета. Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей ЭВМ. Сл3. Отсутствие компании, которые хотели бы купить продукт. Сл4. Отсутствие опыта работы с программированием. Сл5. Большой срок проведения расчетов программой.
<b>Возможности:</b> В1. Использование на любой ЭВМ. В2. Поддержание проекта министерством чрезвычайных ситуаций Томской области.	- Имея в наличии любую ЭВМ и хоть какой ни будь персонал, можно создать партнерские отношения с организациями мониторинга, а также	- Проведение быстрого расчета и мгновенного результата. - Испытания на местности для получения точных результатов.

В3.Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Низкие требования к вычислительным ресурсам ЭВМ.	получение финансирования от них. - Получить дополнительный спрос на дешевый и эффективный продукт.	
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий программы. У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Невозможность учета всех параметров для точного расчёта.	- Продвижение проекта с указанием на его достоинства. - В дальнейшем планируется доработка программы для более точного расчета.	- Испытание проектной разработки для увеличения учета параметров. -доказательство наибольшей эффективности, чем у конкурентов.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Представлен в виде интерактивных матриц в таблицах 5, 6, 7, 8

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	+	+	0
	B2	+	0	+	+	0
	B3	0	+	+	+	0
	B4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C3C4; B2C1C3C4; B3C2C4; B4C1C2C4.

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	-	0	+
	B2	+	+	0	+	+
	B3	+	+	+	0	-
	B4	0	+	0	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл2Сл5; B2Сл2Сл4Сл5; B3Сл5; B4Сл2Сл5.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	+	+	0
	У2	+	+	+	+	+
	У3	-	0	+	-	-
	У4	-	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угрозы: У1С1С2С3С4; У2С1С2С3С4С5; У3С3.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	0	+	0	-
	У2	+	-	+	+	+
	У3	-	+	+	0	-
	У4	+	0	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угрозы: У1Сл3; У2Сл1Сл3Сл4Сл5; У3Сл2Сл3; У4Сл1Сл4Сл5.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по

видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
Практические исследования	9	Составление сравнительной таблицы	Студент
	10	Проведение расчетов по теме	
Оценка полученных результатов	12	Оценка и анализ полученных результатов	Студент
	13	Эффективность предложенных идей	Научный руководитель, студент

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек. [8].

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

*Диаграмма Ганта* – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$





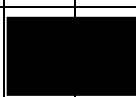




необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 10).

Таблица 10– Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{\min}$ , чел-дни			$t_{\max}$ , чел-дни			$t_{ож\bar{i}}$ , чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы ВКР	1	2	3	3	4	4	2	3	3	Студент и научный руководитель	1	1	1	1	1	1
Анализ актуальности темы	2	1	2	3	2	3	2	1	2	Студент и научный руководитель	1	1	1	1	1	1
Постановка задач	1	2	2	2	3	4	1	2	3	Студент и научный руководитель	1	2	2	1	3	3
Определение, этапов и сроков написания ВКР	3	2	4	3	3	5	3	2	4	Студент, научный руководитель	1	1	2	1	1	3
Анализ литературы по тематике работы	3	5	4	7	5	6	5	5	5	Студент	5	5	5	7	7	7
Сбор материалов и выбор одного из существующих методов программирования	7	10	12	10	15	15	8	12	13	Студент	8	12	13	12	18	19
Анализ конкурентных методик	3	6	6	7	9	11	5	7	8	Студент	5	7	8	7	10	12
Проведение расчетов по теме	17	8	10	20	10	15	18	9	12	Студент	18	9	12	26	13	18
Анализ полученных результатов	5	4	5	7	6	9	6	5	7	Студент	6	5	7	9	7	10
Выводы по проекту	4	2	7	5	3	8	4	2	7	Студент, научный руководитель	2	1	4	3	1	6

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб от	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы ВКР	Студент и научный руководитель	1														
2	Анализ актуальности темы	Студент и научный руководитель	1														
3	Постановка задач	Студент и научный руководитель	3														
4	Определение, этапов и сроков написания ВКР	Студент и научный руководитель	3														
5	Анализ литературы по тематике работы	Студент	7														
6	Сбор материалов и выбор одного из существующих методов программирования	Студент	19														
7	Анализ конкурентных методик	Студент	12														
8	Проведение расчетов по теме	Студент	26														
9	Анализ полученных результатов	Студент	10														
10	Выводы по проекту	Студент и научный руководитель	6														



– руководитель



– студент



### 5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 5.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расх\ i} , \quad (6)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15%).

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Final	Arc Map	Phoenix	Final	ArcMap	Phoenix	Final	ArcMap	Phoenix
Бумага	Лист.	300	250	320	2,50	2,50	3	750	625	960
Картридж	Шт.	1	1	2	1000	1200	1000	1000	1200	2000
Дополнительная литература	Шт.	1	1	1	130	200	160	130	200	160
<b>ИТОГО</b>								<b>1880</b>	<b>2025</b>	<b>3120</b>

#### 5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 12.

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (7)$$

где  $t_i$  - затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,  $C_{зн_i}$  - среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (8)$$

где  $D$  - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),  $K$  - районный коэффициент (для Томска – 30%),  $F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Final	Arc Map	Phoenix	Final	ArcMap	Phoenix
Руководитель	16751,29	989,8	6	6	10	5938,8	5938,8	9898
Студент	6976,22	412,2	48	44	55	19785,6	18136,8	22671
<b>ИТОГО</b>						<b>25724,4</b>	<b>24075,6</b>	<b>32569</b>

#### 5.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (9)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 14 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Final	ArcMap	Phoenix		Final	ArcMap	Phoenix
Руководитель	5938,8	5938,8	9898	0,15	890,8	890,8	1484,7
Студент	19785,6	18136,8	22671		2967,8	2720,5	3400,6
ИТОГО					3858,6	3611,3	4885,3

#### 5.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (10)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 15).

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Final	ArcMap	Phoenix	Final	ArcMap	Phoenix
Руководитель проекта	5938,8	5938,8	9898	890,8	890,8	1484,7
Студент-дипломник	19785,6	18136,8	22671	2967,8	2720,5	3400,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	8016,9					
Исполнение 2	7503,1					
Исполнение 3	10150,1					

#### 5.2.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 50%.

$$Z_{\text{накл(исп1)}} = (2986 + 25724,4 + 3858,6 + 8016,9) \times 0,5 = 20292,95$$

$$Z_{\text{накл(исп2)}} = (3215 + 24075,6 + 3611,3 + 7503,1) \times 0,5 = 19202,5$$

$$Z_{\text{накл(исп1)}} = (2960 + 32569 + 4885,3 + 10150,1) \times 0,5 = 25282,2$$

#### 5.2.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Final	ArcMap	Phoenix
1. Материальные затраты НТИ	2986	3215	2960
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	25724,4	24075,6	32569
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3858,6	3611,3	4885,3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8016,9	7503,1	10150,1
5. Накладные расходы	20293	19202	25282
6. Бюджет затрат НТИ	60879	57607	75846

Минимальный бюджет НТИ представлен компанией “ArcMap” и составляет 57607 рублей

### 5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное

удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{60879}{75846} = 0.8; I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{57607}{75846} = 0.7; I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{75846}{75846} = 1;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (13)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 17).

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Final	ArcMap	Phoenix
1. Способствует росту производительности пользователя труда	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	3	2
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,20	3	4	3
5. Надежность	0,25	4	5	2
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,35	4,1	2,9

$$I_{p-ucn1} = 5*0,1 + 5*0,15 + 5*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 5*0,15 = 4,35;$$

$$I_{p-ucn2} = 4*0,1 + 3*0,15 + 4*0,15 + 4*0,2 + 5*0,25 + 4*0,15 = 4,1;$$

$$I_{p-ucn3} = 3*0,1 + 2*0,15 + 4*0,15 + 3*0,2 + 2*0,25 + 4*0,15 = 2,9.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{ucn.}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{ucn.1} = \frac{I_{p-ucn1}}{I_{финр.1}}, \text{ и т.д.} \quad (14)$$

$$I_{ucn.1} = \frac{4,35}{0,8} = 5,4; I_{ucn.2} = \frac{4,1}{0,7} = 5,8; I_{ucn.3} = \frac{2,9}{1} = 2,9$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{ucn.1}}{I_{ucn.2}} \quad (15)$$

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Final	ArcMap	Phoenix
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	0,7	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,35	4,1	2,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,4	5,8	2,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,9	1	0,5

[8]

## **5.4 Вывод**

В результате проделанного анализа экономической эффективности было проведено сегментирование рынка, по результатам которого были выбраны наиболее перспективные сегменты. В результате анализа конкурентных технических решений наиболее конкурентоспособным с моим проектом оказался конкурент, компания “Final”. Анализ качества и перспективности данной разработки показал, что она является весьма перспективной, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности составило 68.7%.

В ходе выполнения работы был составлен перечень этапов и работ, а также распределены исполнители. В качестве исполнителей выступили: научный руководитель и студент. А также был составлен календарный план-график проведения НИОКР, на котором представлены временные интервалы выполнения различных этапов работ.

Был произведен расчет материальных затрат, минимальные затраты составили 1880 рублей (Final). А также произведен расчет основной и дополнительной заработной платы, отчислений во внебюджетные фонды и расчет накладных расходов. По результатам расчетов получили, что минимальный бюджет НТИ составил 57607 рубля (ArcMap).

Были рассчитаны интегральные финансовые показатели разработок, интегральные показатели ресурсоэффективности и сравнительная эффективность различных компаний.



## **6. Раздел «Социальная ответственность»**

### **6.1 Введение**

В данной работе предлагается программное обеспечение для расчета контуров распространения верховых лесных пожаров. Работа, предполагает использование персональной электронно–вычислительной машины – персонального компьютера (ПК).

Работа представляет собой сбор информации, её обработка, проведение расчётов. А также составление рекомендаций, на основе полученных данных. Выполняется в закрытом помещении (кабинет, аудитория) на персональном компьютере, с помощью которого обрабатывается вся информация.

Во время работы автору требуются значительные затраты умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека – оператора.

Следует отметить, что меры по охране труда при работе с персональным компьютером должны носить комплексный характер и включать в себя полный спектр работ, направленных на ликвидацию источников вреда.

В данном разделе дипломного проекта рассматриваются следующие вопросы:

- организация рабочего места пользователя ПЭВМ;
- определение оптимальных условий труда пользователя ПЭВМ.

Рабочее место оборудовано персональным компьютером и жидкокристаллическим монитором.

Количество человек – 1. [9]

## **6.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

ПЭВМ, безусловно увеличивает производительность при выполнении работ, но имеет отрицательные последствия для здоровья людей. Основная задача, выполняемая в данном разделе – снизить вред здоровью человека от использования им персонального компьютера в работе.

Условия труда пользователя, работающего с ПК, определяются особенностями организации рабочего места, условиями производственной среды (освещение, микроклимат, шум, электромагнитные и электростатические поля, визуально эргономические параметры дисплея), а также характеристиками информационного взаимодействия человека и ПК.

К физическим вредным и опасным факторам относятся:

- повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения;
- повышенный уровень статического электричества и запыленности воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень блескости и ослепленности;
- неравномерность распределения яркости в поле зрения;
- повышенная яркость светового изображения;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

В персональном компьютере источниками излучения являются системный блок, блок питания и монитор.

При работе возможно поражение как статическим, так и электрическим током. Поражение электрическим током возможно в случае нарушения заземления компьютера или повреждения соединительных проводов и защитных корпусов. Так же системный блок генерирует излучение вследствие того, что внутренняя аппаратная логика работает на высоких частотах и практически не экранирована.

К химическим вредным и опасным факторам относятся такие как повышенное содержание в воздухе рабочей зоны:

- двуокиси углерода;
- озона;
- формальдегида.

К психологическим же вредным и опасным факторам относятся:

- напряжение зрения и внимания;
- интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки;

- монотонность труда;
- большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени;

нерациональная организация рабочего места.

Типичными ощущениями, которые испытывают к концу рабочего дня операторы ПЭВМ, являются:

- переутомление глаз,
- головная боль,
- тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

При работе на ПЭВМ сопровождается постоянным и значительным напряжением глаз. Характерной особенностью труда за компьютером является необходимость выполнения точных зрительных работ на светящемся экране в условиях перепада яркостей в поле зрения, наличии мельканий, неустойчивости и нечёткости изображения. Приходится часто переводить взгляд в направлениях экран – клавиатура – документация. [10]

### **6.3 Техника безопасности**

Основными нормативными документами, регламентирующие работу оператора ПК с минимальным ущербом для здоровья являются:

- Федеральный закон от 30 марта 1999 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;

- Федеральный закон от 17 июля 1999 г. №181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации».
- Трудовой Кодекс Российской Федерации;
- Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы". [10]

### **6.3.1 Правила техники безопасности**

Правила техники безопасности вводятся с целью улучшения условий труда сотрудников, предупреждения несчастных случаев и заболеваний, уменьшения потерь рабочего времени по этим причинам. Во время работы пользователь может травмироваться, получает определенную дозу облучения от компьютера.

Инструктаж и обучение технике безопасности и производственной санитарии проводятся со всеми работающими в офисе по следующим основным видам:

- а. вводный инструктаж;
- б. инструктаж на рабочем месте;
- в. повседневный (текущий) инструктаж;
- г. периодический (повторный) инструктаж;
- д. курсовое обучение;
- е. массовая пропаганда техники безопасности и производственной санитарии посредством инструкций, предупредительных надписей, плакатов, витрин, бесед, лекций, прослушивания записей и демонстрации кинофильмов по технике безопасности.

ПЭВМ должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Каждый тип ПЭВМ подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

Сотрудник должен выполнить следующие ТБ перед началом работы:

- а. проверить исправность электроосвещения;
- б. проветрить помещение;
- в. проверить безопасность оборудования;
- г. проверить санитарно-гигиеническое состояние помещения.

Во время работы сотрудник должен соблюдать ТБ:

- а. находиться на безопасном расстоянии от монитора;
- б. соблюдать ТБ при включении видео-телеаппаратуры и ТСО;
- в. не допускать загромождения проходов к выходу;
- г. следить за соблюдением санитарно-гигиенических требований.

По окончании рабочей смены сотрудник должен:

- а. отключить из сети ПЭВМ, видео и телеаппаратуру;
- б. проверить санитарное состояние рабочих мест;
- в. выключить электроосвещение, закрыть помещения на ключ.

Перед началом работы следует убедиться в исправности электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, при помощи которых оборудование включается в сеть, наличии заземления компьютера и его работоспособности.

Во время работы во избежание повреждения изоляции проводов и возникновения коротких замыканий не разрешается: вешать что-либо на провода, закрашивать и белить шнуры и провода, закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы, выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки. [10]

#### **6.4 Электробезопасность.**

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока 50

Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц — соответственно 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1,0 мА (эти данные приведены для продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки).

В ПЭВМ разрядные токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении к любому из элементов. Такие разряды могут привести к выходу из строя ПЭВМ. Для снижения величины возникающих зарядов статического электричества в помещениях вычислительных центров покрытие технологических полов следует выполнять из однослойного поливинилхлоридного линолеума. Другим методом защиты является нейтрализация заряда ионизированным газом. К общим мерам защиты от статического электричества в вычислительных центрах можно отнести общее и местное увлажнение воздуха. В промышленности широко применяются радиоактивные нейтрализаторы.

Согласно Правилам устройства электроустановок, помещение, в котором проводятся работы, относятся к помещениям без повышенной опасности, так как помещение сухое с нормальной температурой воздуха и изолированными полами.

Для исключения поражения электрическим током запрещается:

- часто включать и выключать компьютер без необходимости,
- прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера,
- работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании мокрыми руками,
- работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов,
- неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе,
- класть на средства вычислительной техники и периферийное оборудование посторонние предметы.

- запрещается под напряжением очищать от пыли и загрязнения электрооборудование.
- запрещается проверять работоспособность электрооборудования в непригодных для эксплуатации помещениях с токопроводящими полами, сырых, не позволяющих заземлить доступные металлические части.
- при обнаружении неисправности немедленно обесточить электрооборудование. Продолжение работы возможно только после устранения неисправности.
- при обнаружении оборвавшегося провода необходимо немедленно принять меры по исключению контакта с ним людей. Прикосновение к проводу опасно для жизни.
- во всех случаях поражения человека электрическим током немедленно вызывают врача.
- до прибытия врача нужно, не теряя времени, приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.
- после окончания работы необходимо обесточить все средства вычислительной техники и периферийное оборудование.
- в случае непрерывного производственного процесса необходимо оставить включенными только необходимое оборудование. [11]

## **6.5 Требования к организации и оборудованию рабочего места**

При организации рабочего места пользователя ПК следует обеспечить соответствие конструкции всех элементов рабочего места эргономическим требованиям.

Рабочее место по отношению к световым проёмам должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.

Монитор должен быть установлен прямо перед пользователем и не требовать поворота головы или корпуса тела. Рабочий стол и посадочное место должны иметь такую высоту, чтобы уровень глаз пользователя находился чуть выше центра монитора. На экран монитора следует смотреть сверху вниз, а не

наоборот. Даже кратковременная работа с монитором, установленным слишком высоко, приводит к утомлению шейных отделов позвоночника. Клавиатура должна быть расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, без напряжения, а угол между плечом и предплечьем составлял  $100^{\circ}$  —  $110^{\circ}$ . При работе с мышью рука не должна находиться на весу. Локоть руки или хотя бы запястье должны иметь твердую опору.

Эффективность регламентируемых перерывов повышается при их сочетании с производственной гимнастикой. [11]

## **6.6 Производственная санитария**

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, подробно описанных в ГОСТ 12.0.002-80.

Производственная санитария рассматривает вопросы влияния основных производственных факторов на состояние здоровья работников. Это такие факторы, как микроклимат, излучение, освещение, шум, вибрация, загрязнение производственного воздуха и тому подобное.

Длительная работа с компьютером может приводить к расстройствам состояния здоровья. Кратковременная работа с компьютером, установленным с грубыми нарушениями гигиенических норм и правил, приводит к повышенному утомлению. Вредное воздействие компьютерной системы на организм человека является комплексным. Параметры монитора оказывают влияние на органы зрения. Оборудование рабочего места влияет на органы опорно-двигательной системы.

Режим работы для различных возрастных групп в зависимости от ее характера регламентирован «Гигиеническими требованиями к персональным ЭВМ и организации работ» СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Площадь помещения на одного работника составляет не менее 6 м<sup>2</sup>, объем не менее 20 м<sup>3</sup>, высота – 4м.



Рабочие столы размещаются таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам. Расстояние между рабочими столами должно составлять не менее 2 м, расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1.2 м.

Экран монитора должен располагаться на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров знаков. Клавиатура располагается на расстоянии 100 – 130 мм от края стола. В помещениях, оборудованных ЭВМ проводится ежедневная влажная уборка, систематическое проветривание после каждого часа работы, чистка стекол и светильников не реже двух раз в год.

Лица, работающие с ЭМВ более 50% рабочего времени, должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры. Продолжительность работы при вводе данных, редактировании программ; чтении информации с экрана не должна превышать 4 часа при восьмичасовом рабочем дне. Режим труда и отдыха операторов, работающих с ПК, должен быть следующим: через каждый час интенсивной работы необходимо устраивать десятиминутный перерыв, при менее интенсивной - через каждые два часа. [11], [12]

#### **6.6.1 Воздухообмен**

Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений следует принимать по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для обеспечения метеорологических условий и поддержания чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах):

а. в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений температуру воздуха - минимальную из оптимальных температур;

б. в холодный период года в обслуживаемой или рабочей зоне производственных помещений температуру воздуха - минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях.

в. для теплого периода года в помещениях с избытками теплоты - температуру воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 3°C

для общественных и административно-бытовых помещений и не более чем на 4 °С для производственных помещений выше расчетной температуры наружного воздуха;

- г. скорость движения воздуха - в пределах допустимых норм;
- д. относительная влажность воздуха при отсутствии специальных требований не нормируется.

Помещение, в котором проводились работы, относится к помещениям с нормальным тепловыделением, обеспечивающим поддержание температуры соответствующей допустимым нормам. Пыли в помещении нет, объем помещения равен 50 м<sup>3</sup>. Объем составляет 40 м<sup>3</sup> на одного человека, таким образом можно сделать вывод, что в помещении достаточно естественной вентиляции. Для поддержания в рабочем помещении в холодное время года температуры от 19 до 24<sup>0</sup>С используется система водяного отопления. [13]

#### **6.6.2 Шум.**

Шум представляет собой беспорядочное сочетание разнообразных звуков, поэтому для понимания физических основ образования и распространения шума, его восприятия человеком и влияния на организм следует рассматривать звук как составную часть всякого шума, включая и производственный.

Колебания источника звука производят попеременное сжатие и разрежение воздуха, образуя волнообразное его колебание, распространяющееся от источника звука во все стороны в виде увеличивающихся в объеме сфер. Это называется распространением звуковой волны. По мере израсходования, на колебание воздуха сообщенной источником энергии звуковая волна постепенно затухает, поэтому, чем больше энергия источника звука, тем с большей силой происходят колебания воздуха и дальше распространяется звуковая волна. От величины энергии источника звука зависит сила звука, оцениваемая звуковым давлением, которое измеряется в ньютонах на квадратный метр (Н/м<sup>2</sup>).

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Эффективным путем решения проблем борьбы с шумом является снижение его уровня в самом источнике за счет изменения технологии и конструкции машин. Для снижения уровня шума при работе на ПК необходим контроль за вращающимися частями – системой охлаждения.

В помещении источником шума является системный блок ПВЭМ. Тем не менее, значение шума соответствует требованиям и не наносит значительно вреда здоровью работника.

Нормы шума для помещения устанавливает СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Закон РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 19.04.91.

Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.91.

Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» от 07.02.92.

Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» от 10.06.93. [14]

## **6.7 Расчет системы искусственного освещения**

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на

работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом коэффициента использования светового

потока.

### **6.7.1 Выбор системы освещения**

Для производственных помещений всех назначений применяются системы общего (равномерного или локализованного) и комбинированного (общего и местного) освещения. Выбор между равномерным и локализованным освещением проводится с учётом особенностей производственного процесса и размещения технологического оборудования. Система комбинированного освещения применяется для производственных помещений, в которых выполняются точные зрительные работы. Применение одного местного освещения на рабочих местах не допускается.

В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение.

### **6.7.2 Выбор источников света**

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. По спектральному составу видимого света различают лампы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ), тёплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ). Наиболее широко применяются лампы типа ЛБ. При повышенных требованиях к передаче цветов освещением применяются лампы типа ЛХБ, ЛД, ЛДЦ. Лампа типа ЛТБ применяется для правильной цветопередачи человеческого лица.

Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления) в производственном освещении применяют газоразрядные лампы высокого давления, например, лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) и другие, которые необходимо использовать для освещения более высоких помещений (6-10 м).

Использование ламп накаливания допускается в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных ламп.

### **6.7.3 Выбор светильников и их размещение**

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются:

Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости.

Светильник ПВЛ – является пылевлагозащищённым, пригоден для некоторых пожароопасных помещений: мощность ламп 2х40Вт.

Плафоны потолочные для общего освещения закрытых сухих помещений:

Л71Б03 – мощность ламп 10х30Вт;

Л71Б84 – мощность ламп 8х40Вт.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м.

$H$  – высота помещения;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом:

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине ( $A$ ) и ширине ( $B$ ) помещения расстояния различны, то они обозначаются  $LA$  и  $LB$ ),

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования. При высоких уровнях нормированной освещённости люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

Таблица 19 – Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непрерывных рядах из одиночных светильников	3,5
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	4,0
Двухламповые светильники ШЛД, ШОД	2,5
Двухламповые уплотнённые светильники ПВЛ	3,0

Таблица 20 – Наиболее выгодное расположение светильников

Наименование светильников	м
Люминесцентные с защитной решёткой ОДР, ОДОР, ШЛД, ШОД	1,1 – 1,3
Люминесцентные без защитной решётки типов ОД, ОДО	1,4

Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \times h \quad (16)$$

Для проектируемого помещения:

$$h = h_n - h_p = H - h_c - h_p = 6 - 0,5 - 0,6 = 4,9 \text{ м};$$

$$L = \lambda \times h = 1,2 \times 2,4 = 2,88 \text{ м}$$

$$\text{Тогда: } l = L/3 = 2,88 / 3 = 0,96 \text{ м.}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и рассчитать их число. [16]

#### 6.7.4 Выбор нормируемой освещенности.

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

Выбираем разряд зрительной работы II б, тогда минимальная освещенность должна быть равной не менее 300 лк.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \times S \times K_z \times Z / n \times \eta, \quad (17)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 6);

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{ср.} / E_{min}$ .  
Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$  – число светильников;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения  $\eta_c$  стен и  $\eta_n$  потолка.

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = S / h(A+B) \quad (18)$$

Находим индекс помещения

$$i = 20 / (3,5(5 + 4)) = 0.6$$

Определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,33.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = E_n \times S \times K_z \times Z / n \times \eta = 70 \times 20 \times 1.5 \times 0.6 / 2 \times 0.33 = 1399 \text{ Лм}$$

По табл. 1 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛБ 20 Вт с потоком 1200 Лм.



Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 2 \cdot 60 = 120 \text{ Вт}$$

Выбранное количество светильников удовлетворяет требованиям освещенности для помещения.

Таблица 21 - Коэффициент запаса светильников люминесцентными лампами

Характеристика объекта	Коэффициент запаса
Помещения с большим выделением пыли	2,0
Помещения со средним выделением пыли	1,8
Помещения с малым выделением пыли	1,5

Таблица 22 - Значение коэффициентов отражения потолка и стен

Состояние потолка	$\eta_{\text{п, \%}}$	Состояние стен	$\eta_{\text{ст, \%}}$
Свежепобеленный	70	Свежепобеленные с окнами, закрытыми шторами	70
Побеленный, в сырых помещениях	50	Свежепобеленные с окнами без штор	50
Чистый бетонный	50	Бетонные с окнами	30
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Оклеенные светлыми обоями	30
Бетонный грязный	30	Грязные	10
Деревянный неокрашенный	30	Кирпичные неоштукатуренные	10
Грязный (кузницы, склады)	10	С темными обоями	10

## 6.8 Пожарная безопасность

На рабочем месте запрещается иметь огнеопасные вещества. В помещениях запрещается: зажигать огонь; включать электрооборудование, если в помещении пахнет газом; курить; сушить что-либо на отопительных приборах; закрывать вентиляционные отверстия в электроаппаратуре.

Источниками воспламенения могут являться: искра при разряде статического электричества; искры от электрооборудования; искры от удара и трения; открытое пламя.

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара, персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию.

Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5 (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В, применяется для тушения ПК и оргтехники). При пожаре поднести огнетушитель как можно ближе к огню, направить раструб в очаг пожара, сорвать пломбу (выдернуть чеку), открыть вентиль, нажать на пусковой рычаг, направить струю выходящего газа на огонь. Во время работы раструб нельзя держать рукой, т. к. он имеет очень низкую температуру. [17]

#### **6.8.1 Действия при пожаре**

При обнаружении пожара следует немедленно сообщить об этом по телефону 01 и спокойно объяснить: что горит, чему угрожает; адрес объекта; есть ли опасность для людей; назвать свою фамилию; немедленно обесточить всю электротехнику в помещении; обеспечить эвакуацию людей.

Приступить к тушению пожара огнетушителями, подручными средствами.

#### **6.9 Охрана окружающей среды**

По данным исследований, обыкновенные персональные компьютеры загрязняют окружающую среду не хуже автомобилей. Работающий компьютер деионизирует окружающую среду и уменьшает влажность воздуха. Ученые подсчитали, что сейчас, когда человечество выбрасывает в атмосферу огромное количество углекислого газа, 2% всех выбросов приходится на электронику. Когда серверу приходится работать, в окружающую среду выделяется очень большое количество тепла и углекислого газа.

В первую очередь, необходимо повышать качество персональных компьютеров, за счёт установки на них нового программного обеспечения.

Таким образом, материнские платы, мощные блоки и сервера, затрачивая меньшее количество энергии, будут обеспечивать большую производительность, что должно привести к снижению темпов роста выбросов углекислоты. Также необходимо использовать более эффективные источники питания и использовать менее мощные компоненты системы. [18]

### **6.9.1 Экологическая безопасность**

Как на любом производственном объекте, мусор в офисах формируется, исходя из специфики работы. Так же, как для строительных площадок характерен строительный мусор и отходы, для жилых домов твердые бытовые отходы, так для офисов отходы формируются в основном из бумаги, оберточных материалов, продуктов жизнедеятельности офисных работников. Так как многие сотрудники проводят в офисе большую часть своего времени, среди отходов встречаются пластиковая одноразовая посуда, остатки пищи, пластиковые бутылки и алюминиевые банки. Иногда этих отходов больше, чем бумажных отходов.

Деление отходов на отдельные классы опасности для окружающей природной среды установлено Федеральным классификационным каталогом отходов, утвержденным приказом Министерства природных ресурсов РФ от 2 декабря 2002 г. № 786, и «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», утвержденными приказом Министерства природных ресурсов РФ от 15 июня 2001 г. № 511. Наименее опасными считаются так называемые практически неопасные отходы. Кроме них существуют только более опасные: малоопасные, умеренно опасные, высокоопасные и, наконец, чрезвычайно опасные.

К опасным ТБО относятся:

- попавшие в отходы батарейки и аккумуляторы;
- электроприборы;
- лаки;

- краски и косметика;
- удобрения и ядохимикаты;
- бытовая химия;
- медицинские отходы;
- ртутьсодержащие термометры;
- барометры;
- тонометры;
- лампы.

Офисный работник «создает» 131 кг ТБО в год. Согласно Федеральному классификационному каталогу, утвержденному приказом МПР России от 2 декабря 2002 г. № 786, такие ТБО именуются «Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)», значатся под кодом 91200400 01 00 4 и относятся к отходам IV класса опасности. Норматив платы, установленный постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344, за размещение отходов этого класса, составляет 248,4 рубля за тонну. Окончательный размер платежа определяется с учетом территориального коэффициента для почвы (1,6 в Центральном экономическом районе РФ) и коэффициента, учитывающего инфляцию на текущий год (1,3 согласно ст. 19 Федерального закона от 26 декабря 2005 г. № 189-ФЗ «О федеральном бюджете на 2006 год»). В итоге получаем сумму годового платежа на одного офисного сотрудника в Москве:  $0,131 \text{ т} \times 248,4 \text{ руб./т} \times 1,6 \times 1,3 = 67,69 \text{ руб.}$

Инвентаризация отходов с офисных помещений. Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки, отработанные отходы стекла с нанесенным люминофором (мониторы от компьютеров), стеклянный бой незагрязненный (исключая бой стекла электронно-лучевых трубок и люминесцентных ламп), картриджи, лом медных сплавов несортированный (тоже от компьютеров), отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства и плюс отходы от автотранспорта, если есть на балансе.

Воздействие на живую природу. Свалки бытовых отходов служат источником пищи переносчикам инфекций, прежде всего это крысы. Банки,

бутылки и прочие емкости с остатками органики могут играть роль ловушек для диких животных и насекомых.

Для успешной борьбы с бытовыми отходами применяют методы прогнозирования и моделирования образования ТБО. Выделяют балансовые, факторные и статистические модели образования ТБО. В балансовых моделях образование отходов оценивается по данным по использованию продукции, продажам, потреблению продуктов, которые имеют отношение специфических потоков отходов. Факторные модели основаны на анализе факторов, которые описывают процессы образования отходов. Статистические модели выявляют статистические закономерности изменения образования ТБО. [18]

### **6.10 Чрезвычайные ситуации**

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией в помещениях общественного назначения, где находится рабочее место оператора, может являться пожар.

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей. Основными причинами пожара являются: неисправности в электрических сетях, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т.п.). Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении. Критическими значениями параметров для человека, при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара, являются: температура – 70° С; плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м<sup>2</sup>; концентрация окиси углерода – 0,1% объема; видимость в зоне задымления – 6-12 м.

В число предупредительных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать

пожар, на ограничение (локализацию) распространения пожаров, создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре, своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем, тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности. Содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания.

Своевременное обнаружение пожара может достигаться оснащением производственных и бытовых помещений системами автоматической пожарной сигнализации или, в отдельных случаях, с помощью организационных мер. Первоначальное тушение пожара (до прибытия вызванных сил) успешно проводится на тех объектах, которые оснащены автоматическими установками тушения пожара.

При обнаружении возгорания действовать необходимо быстро, используя все доступные способы для тушения огня. Если потушить огонь в кратчайшее время невозможно, вызовите пожарную охрану организации (при её наличии) или города.

При эвакуации горящие помещения и задымленные места проходить следует быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью. В сильно задымленном помещении передвигаться следует ползком или пригнувшись. [19]

## **Заключение**

В ходе проделанной работы были выполнены следующие задачи:

Проведён анализ научной работы доктора физико-математических наук В. А. Перминова для подробного изучения математической модели и результатов численных расчётов возникновения верхового лесного пожара и последующего его распространения.

В процессе исследования проводилась теоретическая подготовка в исследовании лесных пожаров, анализ статей известных ученых в области моделирования распространения лесных пожаров, освоение программного обеспечения для создания моделей распространения контуров лесного верхового пожара. Так же был создан интерфейс для удобного пользования программным обеспечением.

В результате исследования процесс возникновения и развития верхового лесного пожара описан в рамках математической постановки, т.е. учитывается взаимное влияние приземного слоя атмосферы и процессов горения в лесном массиве. Изучено влияние метеоусловий и других факторов на скорость распространение верхового пожара. А также было создано программное обеспечение для расчета контуров распространения верховых лесных пожаров.

В результате, цель работы достигнута, все задачи выполнены. В работе были выявлены недостатки математического моделирования, которые могут повлечь за собой некорректные расчеты, следовательно, программа требует дальнейшей доработки.

## Список использованной литературы

1. Коровин Г.Н., Исаев А.С., Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России. «Лесной бюллетень», №8–9 2000 г.
2. Методические указания к изучению темы «Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами» /Сост. С.М. Сербии, Г.А. Колупаев. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 1999 г.
3. Зайцев А.П. «Стихийные бедствия, аварии, катастрофы». М. 2002 г.
4. Зайцев А.П. «Чрезвычайные ситуации». М. 2002 г.
5. Visual C#. NET Step by Step, Microsoft Press, 2003. ISBN: 0-7356-1909-3.
6. Liberty J. Programming C#, 3d edition. O'Reilly & Associates, 2003, 710 pages. ISBN: 0596004893.
7. Pratt T. W. Zelkovitz M.V. Programming languages, design and implementation (4<sup>th</sup> ed.) – Prentice Hall, 2000.
8. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
9. Романенко С.В. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
10. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
11. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.



12. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
13. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
14. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
17. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
19. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
// Подключение необходимых библиотек
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
using System.Globalization;
using System.Diagnostics;

namespace Final
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        // События по нажатию кнопки "построить"
        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            // Чтение данных из файла "t.dat" и запись их в массив
            StreamReader sr = new StreamReader(@"C:\spreadt\t.dat");
            List<double[]> Temp = new List<double[]>();
            while (!sr.EndOfStream)
            {
                string line = sr.ReadLine();
                string[] lines = line.Split(new char[] { ' ' }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
                double[] data = new double[lines.Length];
                for (int i = 0; i < data.Length; i++)
                    data[i] = Convert.ToDouble(lines[i], CultureInfo.InvariantCulture);
                Temp.Add(data);
            }
            sr.Close();

            // Чтение данных из файла "x1.dat" и запись их в массив

            sr = new StreamReader(@"C:\spreadt\x1.dat");
            List<double[]> x1 = new List<double[]>();
            while (!sr.EndOfStream)
            {
                string line = sr.ReadLine();
                string[] lines = line.Split(new char[] { ' ' }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
                double[] data1 = new double[lines.Length];
                for (int i = 0; i < data1.Length; i++)
                    data1[i] = Convert.ToDouble(lines[i], CultureInfo.InvariantCulture);
            }
        }
    }
}
```

```

        x1.Add(data1);
    }
    sr.Close();
    // Чтение данных из файла "x2.dat" и запись их в массив
    sr = new StreamReader(@"C:\spreadt\x2.dat");
    List<double[]> x2 = new List<double[]>();
    while (!sr.EndOfStream)
    {
        string line = sr.ReadLine();
        string[] lines = line.Split(new char[] { ' ' }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
        double[] data2 = new double[lines.Length];
        for (int i = 0; i < data2.Length; i++)
            data2[i] = Convert.ToDouble(lines[i], CultureInfo.InvariantCulture);
        x2.Add(data2);
    }
    sr.Close();

    // Создание необходимых переменных
    int n = 0, m = 0, rez = 0, p = 0;
    double[] y1 = new double[101];
    double[] isoxm = new double[101];
    double[] isoyM = new double[101];
    double[] isoxM = new double[101];
    double[] isoyM = new double[101];
    double[] isoxm1 = new double[101];
    double[] isoyM1 = new double[101];
    double[] isoxM1 = new double[101];
    double[] isoyM1 = new double[101];
    double[] isoxm2 = new double[101];
    double[] isoyM2 = new double[101];
    double[] isoxM2 = new double[101];
    double[] isoyM2 = new double[101];
    double[] isoxm3 = new double[101];
    double[] isoyM3 = new double[101];
    double[] isoxM3 = new double[101];
    double[] isoyM3 = new double[101];
    double[] xmin1 = new double[101];
    double[] isorezx = new double[101];
    double[] isorezy = new double[101];
    double[] xmax1 = new double[101];
    double[] yt = new double[101];
    double[] yT = new double[101];
    double x = 0, y = 0, xmin, xmax, ymax;

    // Очистка графика
    chart1.Series[0].Points.Clear();
    chart1.Series[1].Points.Clear();
    chart1.Series[2].Points.Clear();
    chart1.Series[3].Points.Clear();
    // Выбор координат точек с необходимыми нам температурами
    for (int i = 0; i < 100; i++)
    {

```

```

xmin = 100;

for (int j = 0; j < 100; j++)
{
    if (Temp[i][j] >= 5)
    {
        if (xmin > x1[0][j])
        {
            isoxm[n] = x1[0][j];
            isoym[n] = x2[i][0];
            xmin = x1[0][j];

            n++;
        }
    }
}
m = 0;
for (int i = 99; i >= 0; i--)
{
    xmax = 0;

    for (int j = 99; j >= 0; j--)
    {
        if (Temp[i][j] >= 5)
        {
            if (xmax < x1[0][j])
            {
                isoxM[m] = x1[0][j];
                isoyM[m] = x2[i][0];
                xmax = x1[0][j];

                m++;
            }
        }
    }
}

for (int i = 0; i <= n - 1; i++)
{
    isorezx[i] = isoxm[i];
    isorezy[i] = isoym[i];
}
rez = n + m - 2;
p = 0;
for (int i = n; i <= rez; i++)
{
    isorezx[i] = isoxM[p];
    isorezy[i] = isoyM[p];
    p++;
}

```

```

}
// Построение изотермы
for (int i = 0; i <= rez; i++)
{
    chart1.Series[3].Points.AddXY(isorezx[i], isorezy[i]);
}

n = 0;
for (int i = 0; i < 100; i++)
{
    xmin = 100;

    for (int j = 0; j < 100; j++)
    {
        if (Temp[i][j] >= 4)
        {
            if (xmin > x1[0][j])
            {
                isoxm1[n] = x1[0][j];
                isoym1[n] = x2[i][0];
                xmin = x1[0][j];

                n++;
            }
        }
    }
}
m = 0;
for (int i = 99; i >= 0; i--)
{
    xmax = 0;

    for (int j = 99; j >= 0; j--)
    {
        if (Temp[i][j] >= 4)
        {
            if (xmax < x1[0][j])
            {
                isoxM1[m] = x1[0][j];
                isoyM1[m] = x2[i][0];
                xmax = x1[0][j];

                m++;
            }
        }
    }
}

for (int i = 0; i <= n - 1; i++)
{

```

```

        isorezx[i] = isoxm1[i];
        isorezy[i] = isoym1[i];
    }
    rez = n + m - 2;
    p = 0;
    for (int i = n; i <= rez; i++)
    {
        isorezx[i] = isoxM1[p];
        isorezy[i] = isoyM1[p];
        p++;
    }

    for (int i = 0; i <= rez; i++)
    {
        chart1.Series[2].Points.AddXY(isorezx[i], isorezy[i]);
    }

    n = 0;
    for (int i = 0; i < 100; i++)
    {

        xmin = 100;

        for (int j = 0; j < 100; j++)
        {
            if (Temp[i][j] >= 3)
            {
                if (xmin > x1[0][j])
                {
                    isoxm2[n] = x1[0][j];
                    isoym2[n] = x2[i][0];
                    xmin = x1[0][j];

                    n++;
                }
            }
        }
        m = 0;
        for (int i = 99; i >= 0; i--)
        {
            xmax = 0;

            for (int j = 99; j >= 0; j--)
            {
                if (Temp[i][j] >= 3)
                {
                    if (xmax < x1[0][j])
                    {
                        isoxM2[m] = x1[0][j];
                        isoyM2[m] = x2[i][0];
                        xmax = x1[0][j];

```

```

        m++;
    }
}
}

for (int i = 0; i <= n - 1; i++)
{
    isorezx[i] = isoxm2[i];
    isorezy[i] = isoym2[i];
}
rez = n + m - 2;
p = 0;
for (int i = n; i <= rez; i++)
{
    isorezx[i] = isoxM2[p];
    isorezy[i] = isoyM2[p];
    p++;
}

for (int i = 0; i <= rez; i++)
{
    chart1.Series[1].Points.AddXY(isorezx[i], isorezy[i]);
}
for (int i = 0; i < 100; i++)
{

    xmin = 100;

    for (int j = 0; j < 100; j++)
    {
        if (Temp[i][j] >= 2)
        {
            if (xmin > x1[0][j])
            {
                isoxm3[n] = x1[0][j];
                isoym3[n] = x2[i][0];
                xmin = x1[0][j];

                n++;
            }
        }
    }
    m = 0;
    for (int i = 99; i >= 0; i--)
    {
        xmax = 0;

        for (int j = 99; j >= 0; j--)
        {

```

```

        if (Temp[i][j] >= 2)
        {
            if (xmax < x1[0][j])
            {
                isoxM3[m] = x1[0][j];
                isoyM3[m] = x2[i][0];
                xmax = x1[0][j];

                m++;
            }
        }
    }
}

```

```

for (int i = 0; i <= n - 1; i++)
{
    isorezx[i] = isoxm3[i];
    isorezy[i] = isoym3[i];
}
rez = n + m - 2;
p = 0;
for (int i = n; i <= rez; i++)
{
    isorezx[i] = isoxM3[p];
    isorezy[i] = isoyM3[p];
    p++;
}

for (int i = 0; i <= rez; i++)
{
    chart1.Series[0].Points.AddXY(isorezx[i], isorezy[i]);
}
}

```

```

private void label2_Click(object sender, EventArgs e)
{
}

// События по нажатию кнопки "расчитать"
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{

```



```

// Запись данных в файл "Dd1.dat"
StreamWriter sw = new StreamWriter(@"C:\spreadt\Dd1.dat");
sw.WriteLine("TL,K..... 300.           Temperature of
environment,K(Температура)");
sw.WriteLine("ZAP..... " + textBox1.Text + "           Volume FCM,
Kg/m**3(запас ЛГМ)");
sw.WriteLine("WL..... " + textBox2.Text + "           Moisture
FCM(Влагосодержание)");
sw.WriteLine("H2,M..... " + textBox3.Text + "           The height of trees,m(высота
полога леса)");
sw.WriteLine("X01,M.... 0.           The first point in X1 - direction");
sw.WriteLine("X02,M.... 100.           The size of domain, m in X1 -
direction(размер области по X1,м)");
sw.WriteLine("Y01,M.... 0.           The first point in y - direction");
sw.WriteLine("Y02,M.... 50.           The size of domain in y - direction(размер
области по X2,м)");
sw.WriteLine("U1, M/S.. " + textBox4.Text + "           Velocity of wind,
m/s(скорость ветра по X1 координате)");
sw.WriteLine("Z1, M.... 10.           Height of wind definition(высота, на
которой задана скорость)");
sw.WriteLine("");
sw.WriteLine("1234567890.....-11 позиций для входных данных(с 11 позиции по 21
позицию)");
sw.Close();
// Запуск приложения для расчета
Process p = Process.Start(@"C:\spreadt\spreadt.exe");
}
// Справка
private void readmeToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Process p = Process.Start(@"C:\spread\readme.txt");
}
private void chart1_Click(object sender, EventArgs e)
{
}
private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
}

```